

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-127001

(43)Date of publication of application : 11.05.1999

(51)Int.Cl.

H01P 1/12  
G01S 7/03  
H01P 3/16  
H01P 5/02  
H01Q 1/27  
H01Q 3/24  
// G01S 13/44

(21)Application number : 09-291208

(22)Date of filing : 23.10.1997

(71)Applicant : MURATA MFG CO LTD

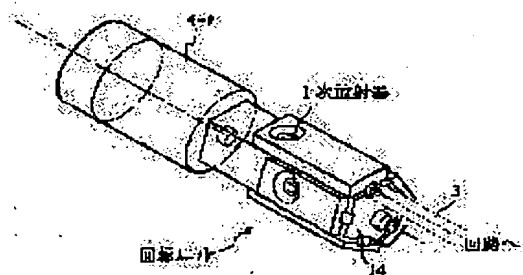
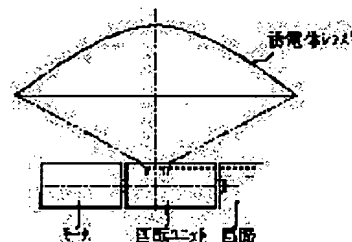
(72)Inventor : ISHIKAWA YOHEI  
SAKAMOTO KOICHI  
TANIZAKI TORU  
NISHIDA HIROSHI  
NISHIYAMA TAIYO  
KONDO YASUHIRO  
SAITO ATSUSHI  
TAGUCHI YOSHINORI  
YAMADA HIDEAKI

## (54) DIELECTRIC LINE SWITCH AND ANTENNA SYSTEM

(57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To easily control the propagation of an electromagnetic wave and to make the system small-sized and low-cost by changing the opposition state of two conductor lines under mechanical control and switching the propagation/ cutoff state of the electromagnetic wave.

**SOLUTION:** A dielectric line is constituted by arranging dielectric strips 3 between the respective flanks of a metal block 14 in a regular pentagonal prism shape and conductor plates parallel to them and a dielectric resonator is provided as well to constitute a primary radiator. The dielectric line is divided by a surface crossing the propagation direction of the electromagnetic wave as a division surface and the two dielectric lines are relatively moved with the division surface to switch the dielectric strips 3 between the opposition state and nonopposition state. When the dielectric strips 3 is placed in the opposition state, the electromagnetic wave is propagated and when in the nonopposition state, the propagation of the electromagnetic wave is stopped. The opposition state of the two dielectric lines is changed under mechanical control, so this operates as a dielectric line switch by mechanical switching.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 10.12.1999

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3336929

[Date of registration] 09.08.2002

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平 11-127001

(43) 公開日 平成11年 (1999) 5月11日

(51) Int. Cl. <sup>6</sup>	識別記号	F I	
H 0 1 P	1/12	H 0 1 P	1/12
G 0 1 S	7/03	G 0 1 S	7/03 Q
H 0 1 P	3/16	H 0 1 P	3/16
	5/02 6 0 7		5/02 6 0 7
H 0 1 Q	1/27	H 0 1 Q	1/27
審査請求	未請求	請求項の数 9	OL (全 16 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平9-291208

(22) 出願日 平成9年 (1997) 10月23日

(71) 出願人 000006231

株式会社村田製作所

京都府長岡京市天神二丁目26番10号

(72) 発明者 石川 容平

京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式会社村田製作所内

(72) 発明者 坂本 孝一

京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式会社村田製作所内

(72) 発明者 谷崎 透

京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式会社村田製作所内

(74) 代理人 弁理士 小森 久夫

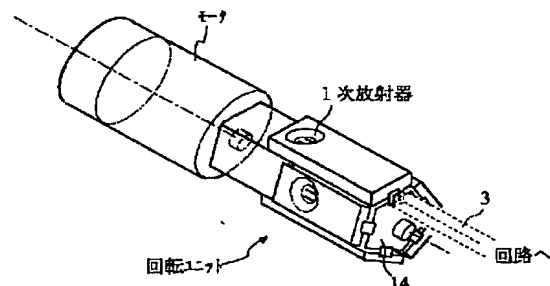
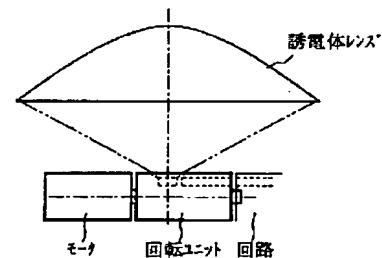
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 誘電体線路スイッチおよびアンテナ装置

(57) 【要約】

【課題】 アンテナ装置などの誘電体線路装置において電磁波の伝搬制御を容易に行えるようにした誘電体線路スイッチ、および誘電体線路を利用した小型・低コストのアンテナ装置を構成する。

【解決手段】 回転ユニットに複数の誘電体線路とともに1次放射器を設け、この回転ユニットの回転に伴い、固定された誘電体線路とのメカニカルなスイッチングにより、複数の1次放射器を時分割的に切り替え、1次放射器の位置を誘電体レンズの焦点面内を移動させることにより送受波ビームを走査させる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 略平行な 2 つの導体面の間に誘電体ストリップを配して、該誘電体ストリップ部分を電磁波の伝搬路とした誘電体線路において、

電磁波の伝搬方向に交わる面を分割面として誘電体線路を分割した形状にし、前記分割面で 2 つの誘電体線路を相対的に移動させ、前記分割面で 2 つの誘電体線路の誘電体ストリップ部分を対向状態と非対向状態とに切り替えられるようにした誘電体線路スイッチ。

【請求項 2】 前記分割面での相対移動は、少なくとも一方の誘電体線路の回転運動によるものである請求項 1 に記載の誘電体線路スイッチ。

【請求項 3】 前記分割面での相対移動は、少なくとも一方の誘電体線路の直線運動によるものである請求項 1 に記載の誘電体線路スイッチ。

【請求項 4】 前記誘電体線路の導体面に垂直な方向を x 方向、電磁波伝搬方向を z 方向、x 方向と z 方向に直交する方向を y 方向とすると、3 つ以上の側面を有する多角柱形状の各側面の一部または全部に、該多角柱形状の軸方向を前記誘電体線路の z 方向とする前記一方の誘電体線路を設け、該多角柱形状の中心軸を回転中心として回転させることにより、前記一方の誘電体線路を略 y 方向に移動させるようにした請求項 2 に記載の誘電体線路スイッチ。

【請求項 5】 前記誘電体線路の導体面に垂直な方向を x 方向、電磁波伝搬方向を z 方向、x 方向と z 方向に直交する方向を y 方向とすると、前記一方の誘電体線路を該誘電体線路の導体面の面方向に回転させて、前記一方の誘電体線路を略 y 方向に移動させるようにした請求項 2 に記載の誘電体線路スイッチ。

【請求項 6】 前記誘電体線路の導体面に垂直な方向を x 方向、電磁波伝搬方向を z 方向、x 方向と z 方向に直交する方向を y 方向とすると、前記一方の誘電体線路を y 方向を回転軸として回転させることにより、前記一方の誘電体線路を略 x 方向に移動させるようにした請求項 2 に記載の誘電体線路スイッチ。

【請求項 7】 前記誘電体線路の導体面に垂直な方向を x 方向、電磁波伝搬方向を z 方向、x 方向と z 方向に直交する方向を y 方向とすると、前記一方の誘電体線路を z 方向を回転軸として回転させることにより、前記一方の誘電体線路を略 x 方向に移動させるようにした請求項 2 に記載の誘電体線路スイッチ。

【請求項 8】 複数の誘電体線路の端部または途中にそれぞれ 1 次放射器を設け、前記複数の誘電体線路と他の誘電体線路との間に請求項 1 ～ 7 に記載の誘電体線路スイッチを設けて、前記他の誘電体線路と前記複数の 1 次放射器との間の入出力切り替えを行うようにしたアンテナ装置。

【請求項 9】 前記 1 次放射器を誘電体レンズの焦点付近に配列し、それぞれの 1 次放射器に対する切り替えを

行うことにより、送受波ビームを偏向させるようにした請求項 8 に記載のアンテナ装置。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、たとえばミリ波帯の電磁波を伝搬する誘電体線路におけるスイッチおよび誘電体線路を用いたアンテナ装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来より車載用レーダモジュールや無線通信用モジュールなどにおいて非放射型誘電体線路（以下「NRDガイド」という。）形式の回路が提案されている。NRDガイドは、線路相互を近接させたり、フェライトなどを付加することにより、方向性結合器やアイソレータなどの部品を容易に作成でき、誘電体線路中央に平面回路基板を挿入することにより、半導体素子や他の部品を実装して各種機能性部品を構成することができる。

【0003】ここでNRDガイドを用いたミリ波帯のレーダモジュールの構成を図 38 に示す。このレーダモジュールは、上部導体板、下部導体板および両導体板の間に挟まれた直線状または曲線状の棒状の誘電体ストリップから構成されるNRDガイドをミリ波の伝搬路とするものであり、オシレータ（ミリ波発振器）、アイソレータ、カプラ（方向性結合器）、サーキュレータ、ミキサ、および送受共用の 1 次放射器から構成されている。また、1 次放射器の上部には所定距離離れて誘電体レンズが取り付けられている。

【0004】図 38 のレーダモジュールを、たとえば一定周波数の連続波（CW）信号に周波数変調を施した送信信号を用いる FM-CW レーダとする場合、オシレータで発生したミリ波帯の FM 変調された信号は、アイソレータを通過した後、カプラを介して、その半分がサーキュレータに供給され、残りの半分がミキサにローカル信号として供給される。サーキュレータに供給された信号は、1 次放射器の誘電体共振器に伝搬され、電磁波放射窓を介して誘電体レンズから放射される。目標物からの反射波は誘電体レンズへ入射し、電磁波放射窓および誘電体共振器からなる 1 次放射器を介して受信され、サーキュレータによってミキサに RF 信号として供給される。そして、ミキサにおいてローカル信号と RF 信号とが混合されて、その周波数差成分の信号が目標物までの距離情報と速度差情報をもった IF 信号（中間周波信号）として取り出される。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】従来から開発されてきた前方監視用レーダモジュールには、高利得が得られ、隣接車線を走行する車両との干渉が少ないように、鋭い指向性を持つビーム・アンテナが用いられる。しかしながら、自車両の走行車線がカーブしているような場合には、隣接車線内の車両を、あたかも自車両の走行車線の

前方を走行する車両であるかのように誤って検出してしまふ。この問題を解消するためには、前方車両との距離情報だけでなく方位情報も必要となる。

【0006】方位情報を得る方法としては、電波ビームの放射方向を適当な角度内で走査させる方法（スキャン式レーダ）と、放射パターンの異なる2つ以上のアンテナからの信号の和信号と差信号を用いる方法（モノパルス式レーダ）とがある。

【0007】スキャン式レーダとしては、レーダモジュール全体をモータなどで機械的に回転させて、レーダビームを扇形に走査させる方法が考えられるが、高速なスキャンが困難であり、また装置全体が大型になる問題があった。また、回路内部に電子スイッチを設け、アンテナを切り替える方法もあるが、多数のアンテナと高性能なNRDガイドスイッチが必要となり、小型化や低コスト化には幾つかの解決しなければならない課題があった。更に、アンテナを動かさずにビームを走査する方法として、アンテナをアレイ状に配列し、それらのアンテナへの給電信号の位相を制御することによって、指向角を任意の方向に変化させる位相走査も原理的には可能であるが、やはり多数のアンテナと電子制御可能なNRDガイド移相器が必要となり、小型化および低コスト化の点では不適當であった。

【0008】一方、モノパルス式レーダの場合、小型化には適しているが、検知すべき方位範囲をカバーするためにビーム幅の広いアンテナを用いることになり、その分ゲインも小さくなり、遠方まで検知する場合には出力パワーを大きくするか、受信回路に増幅器としての能動部品を設けて受信感度を高めなければならない。しかしミリ波帯でこのような能動部品を得るのは現時点では困難である。

【0009】この発明の目的は、誘電体線路を利用した小型・低コストのアンテナ装置を提供することにある。

【0010】また、この発明の他の目的は、誘電体線路を利用したアンテナ装置などの誘電体線路装置において電磁波の伝搬制御を容易に行えるようにした誘電体線路スイッチを提供することにある。

【0011】

【課題を解決するための手段】この発明の誘電体線路スイッチは、請求項1に記載のとおり、電磁波の伝搬方向に交わる面を分割面として誘電体線路を分割した形状にし、前記分割面で2つの誘電体線路を相対的に移動させ、前記分割面で2つの誘電体線路の誘電体ストリップ部分を対向状態と非対向状態とに切り替えられるようにする。このように2つの誘電体線路の分割面での対向状態を変化させて、誘電体ストリップ部分が対向状態になれば電磁波が伝搬し、誘電体ストリップ部分が非対向状態になれば電磁波の伝搬が阻止される。2つの誘電体線路の対向状態はメカニカルな制御によって変えられるので、メカニカルな切り替えによる誘電体線路スイッチと

して作用する。

【0012】前記2つの誘電体線路の分割面での相対移動は、請求項2に記載のとおり回転運動により行うか、請求項3に記載のとおり直線運動により行う。

【0013】2つの誘電体線路の分割面での相対移動を回転運動により行う場合、請求項4に記載のとおり、前記誘電体線路の導体面に垂直な方向をx方向、電磁波伝搬方向をz方向、x方向とz方向に直交する方向をy方向とすると、3つ以上の側面を有する多角柱形状の各側面の一部または全部に、該多角柱形状の軸方向を前記誘電体線路のz方向とする前記一方の誘電体線路を設け、該多角柱形状の中心軸を回転中心として回転させることにより、前記一方の誘電体線路を略y方向に移動させる。この構成により、前記略多角柱形状の部分を回転させるだけで、ある1つの誘電体線路に対して他の複数の誘電体線路が選択的に順次対向することになり、単純な構造で複数の誘電体線路が順次つなぎ替えられる誘電体線路スイッチとなる。

【0014】2つの誘電体線路の分割面での相対移動を回転運動により行う際、請求項5に記載のとおり、一方の誘電体線路を導体面の面方向に回転させて、一方の誘電体線路を導体面に垂直な方向（x方向）と電磁波伝搬方向（z方向）に直交する方向（y方向）に移動させる。このように誘電体線路を導体面の面方向に回転させることにより、全体に薄型にしたまま誘電体線路スイッチを構成することができる。また、請求項6に記載のとおり、一方の誘電体線路を前記y方向を回転軸として回転させることにより一方の誘電体線路を略x方向に移動させる。

【0015】また、請求項7に記載のとおり、一方の誘電体線路をz方向を回転軸として回転させることにより、前記一方の誘電体線路を略x方向に移動させる。

【0016】この発明のアンテナ装置は、請求項8に記載のとおり、複数の誘電体線路の端部または途中にそれぞれ1次放射器を設け、前記複数の誘電体線路と他の誘電体線路との間に請求項1～7に記載の誘電体線路スイッチを設けて、前記他の誘電体線路と前記複数の1次放射器との間の入出力切り替えを行う。これによって複数の1次放射器の選択的使用が可能となり、アンテナのビーム切り替えが容易に行えるようになる。

【0017】また、この発明のアンテナ装置は、請求項9に記載のとおり、前記1次放射器を誘電体レンズの焦点付近に配列し、それぞれの1次放射器に対する切り替えを行うことにより、送受波ビームを偏向させる。この構造により、レーダモジュールなどの装置全体を運動させることなく且つメカニカルな制御により送受波ビームを偏向させることが可能となる。

【0018】

【発明の実施の形態】この発明の実施形態に係る誘電体線路スイッチの基本的な構成を図1～図7を参照して説

明する。

【0019】図1は2つの誘電体線路の主要部の構成を示す図であり、(A)は斜視図、(B)は平面図、

(C)は誘電体ストリップ部分を通る断面図である。図1において1, 2は平行な2つの導体面を形成する導体板であり、その間に角柱棒状の誘電体ストリップ3を配置している。この構造によりノーマルタイプの誘電体線路11を構成している。同様に誘電体ストリップ6を導体板4, 5の間に配置してノーマルタイプの誘電体線路12を構成している。この2つの誘電体線路11, 12を、同図に示す状態では分割面Sで対向させている。

【0020】ここで導体板に垂直な方向をx方向、電磁波伝搬方向すなわち誘電体ストリップ3の向く方向をz方向、x方向とz方向に直交する方向をy方向とすると、図2に示すように誘電体線路12をx方向、y方向、x $\theta$ 方向、y $\theta$ 方向、またはこれらに近似する方向にずらせることによってスイッチングを行う。

【0021】図3は図2に示したy方向へ誘電体線路を移動させることによってスイッチングを行う例である。すなわち誘電体線路12を誘電体線路11に対して相対的にy方向へ移動させることによって、誘電体ストリップ3と6との対向位置をずらせる。

【0022】図4は図2に示したx方向へ移動させる例であり、誘電体線路12を誘電体線路11に対して相対的にx方向へ移動させることによって誘電体ストリップ3と6との対向位置関係をずらせる。

【0023】上記の誘電体線路の移動制御は手動操作でも可能であるが、電磁氣的に直線運動するアクチュエータを用いて行ってもよい。

【0024】図5は図2に示したx $\theta$ 方向へ移動させる例であり、図5の(A)は2つの誘電体線路が対向状態にある時の誘電体線路11側から見た図であり、(B)は誘電体線路12を誘電体線路11に対して相対的に $\theta$ 分回転させた状態を示す。なお、同図における下方を回転中心 $o$ とすれば、誘電体線路12は図2に示したy $\theta$ 方向へ移動することになる。この回転中心 $o$ の位置はもちろん任意である。

【0025】図6は誘電体線路を導体板の面方向に回転させることによりスイッチングを行う例である。この場合、誘電体線路11と12との対向する分割面Sを円柱側面形状としていて、(B)に示すように、誘電体線路12を誘電体線路11に対して相対的に回転させることにより、誘電体ストリップ3と6との対向位置関係をずらせ、これによって電磁波の伝搬を遮断する。

【0026】図7はy方向を回転中心軸として誘電体線路12を回転させる例であり、この例では、誘電体線路12を11に対して相対的に回転させることにより、誘電体ストリップ3と6との対向関係を変位させてスイッチングを行う。なお、2つの誘電体ストリップ11, 12の対向する分割面の形状は、誘電体線路12の回転中

心を軸とする円柱側面形状にしておいてもよい。

【0027】次に、より具体的な誘電体線路スイッチのいくつかの例を示す。

【0028】図8に示す例は、11, 12, 13で示す3つの誘電体線路からなり、これらのうち誘電体線路12が回転運動することによってスイッチングを行う。14は金属ブロックであり、これを誘電体線路12の一方の導体面として用い、上部の導体板との間に誘電体ストリップを配して誘電体線路を構成している。この誘電体線路12はブロック14の中心軸を回転軸として回転することにより、図に示す状態で電磁波の伝搬を行い、金属ブロック14が回転して、誘電体線路12の両端が誘電体線路11, 13のそれぞれの端面と非対向状態となることにより電磁波の伝搬を遮断する。同図の(B)はその等価回路図であり、NRD1, NRD2, NRD3は誘電体線路11, 12, 13に相当し、金属ブロック14の回転により、NRD2の両端のスイッチが共にON/OFFすることになる。このようにして、固定されたポート#1とポート#2との間に誘電体線路スイッチが構成されることになる。なお、この例では、溝付き導体板を対向させ、その溝内に誘電体ストリップを配置してグループドタイプの誘電体線路を構成している。

【0029】図8に示した例では、金属ブロック14の1つの面に誘電体線路を形成したが、多角柱形状の金属ブロックの全側面に、またはいくつかの側面に、同様に誘電体線路を構成すれば、図9の等価回路に示すように、NRD1とNRD3との間に複数の誘電体線路NRD21, NRD22, ..., NRD2nが選択的に挿入されることになる。

【0030】図10は誘電体線路12の回転中心を図8に示したものと異なった位置に設けた例である。この例では、誘電体線路12部分の2つの導体板のほぼ中央部分を回転軸としているので、誘電体線路12の誘電体ストリップ部分はx $\theta$ 方向に移動することになる。なお、誘電体線路12の回転運動は周回運動でもよいが、一定角度で往復揺動するものであってもよい。

【0031】図11はy方向を回転軸とした例であり、誘電体線路12を図に示す方向に回転させることにより、誘電体線路11との対向面を上方向、誘電体線路13との対向面を下方向へ移動させる。

【0032】図12は誘電体線路を導体板の面方向に回転させる例であり、同図においては上部の導体板を取り除いた状態として示している。(A)のように、回転部の誘電体ストリップ6が誘電体ストリップ3, 7に対向する位置関係であれば電磁波が伝搬され、回転部が90度回転して(B)のようになれば電磁波の伝搬は遮断されることになる。なお、回転部には終端器15, 16も設けていて、(B)のようにOFF状態の時、誘電体ストリップ3, 7を終端することにより、誘電体ストリップ3から伝搬してきた電磁波は終端器16で終端され、

逆に誘電体ストリップ7から伝搬してきた電磁波は終端器15で終端され、反射が抑えられる。

【0033】図13は誘電体線路を導体板の面方向に回転させるとともにスイッチングを行う他の例を示す図である。(A)～(C)は上部の導体板を取り除いた状態での平面図、(D)は等価回路図である。(A)に示すように、固定部には3、7a、7b、7cで示す4つの誘電体ストリップと17、18で示す2つの終端器を設けていて、回転部には6a、6b、6cで示す3つの誘電体ストリップと19～22で示す4つの終端器を設けている。(A)に示す状態では誘電体ストリップ3と7bとの間に誘電体ストリップ6bが挿入されるので、ポート#1とポート#3との間で電磁波が伝搬することになる。誘電体ストリップ7a、7cには終端器21、22が接続されて終端される。回転部を反時計回りに所定角度回転させて(B)に示す状態とすれば、誘電体ストリップ3と7aとの間に誘電体ストリップ6aが挿入されるので、ポート#1とポート#2との間で電磁波が伝搬することになる。誘電体ストリップ7b、7cには終端器18、20が接続されて終端される。回転部を時計回りに所定角度回転させて(C)に示す状態とすれば、誘電体ストリップ3と7cとの間に誘電体ストリップ6cが挿入されるので、ポート#1とポート#4との間で電磁波が伝搬することになる。誘電体ストリップ7a、7bには終端器19、17が接続されて終端される。

【0034】上記の誘電体線路の回転制御は手動操作でも可能であるが、DCモータやステッピングモータを用いれば、電氣的制御によって誘電体線路のスイッチ制御を行えるようになる。

【0035】以上に示した例では、基本的に2つの導体板の間に誘電体ストリップを配置した誘電体線路を示したが、そのほかにも種々の構造を採ることができ、図14はいくつかの誘電体線路の構造を示す断面図である。(A)はすでに述べたノーマルタイプの誘電体線路、(B)はグループドタイプの誘電体線路である。

(C)はウィングドタイプの誘電体線路であり、誘電体板31、32の一部に誘電体ストリップ部33、34を設けるとともに、誘電体板31、32の外面に導体膜を形成し、誘電体ストリップ部分を対向させることにより伝搬路を構成したものである。(D)は誘電体板31、32の外側に誘電体ストリップ部33、34を突出させ、外面に導体膜を形成したものである。図15の右側に示すものは、これらの略平行な2つの導体面の間に回路基板35を配置して、誘電体線路とともにミリ波回路を構成したものである。

【0036】次に誘電体線路スイッチを用いた幾つかの誘電体線路装置を示す。

【0037】図15は誘電体線路装置の特性測定器に用いる誘電体線路スイッチの構成と使用例を示す図である。同図においてWGは導波管、WG-NRDは導波管

ー誘電体線路変換器であり、3ポートの誘電体線路装置の特性を2ポート測定器のネットワークアナライザで評価するために誘電体線路スイッチを用いる。この誘電体線路スイッチは、図においては上部導体板を取り除いた状態で示している。誘電体線路スイッチには固定された誘電体ストリップ7a、7b、3と摺動可能な誘電体ストリップ6a、6bおよび終端器15を設けている。図に示す状態では、誘電体ストリップ3と7bが6bを介して接続され、誘電体ストリップ7aには終端器15が接続される。摺動部を図における下方に摺動すると、誘電体ストリップ3と7aが6aを介して接続され、誘電体ストリップ7bには終端器15が接続される。

【0038】図16はレーダモジュールの構成を示す図である。(A)は縦断面図、(B)は誘電体レンズを取り除いた状態での上面図である。レーダモジュールの内部にはVCOやミキサ等とともに回転ユニットとそれを回転させるモータを設けている。この回転ユニットは次に述べるように複数の1次放射器を備えていて、その回転に伴って誘電体レンズの焦点位置における1次放射器の位置が図16における左右方向に切り替わるようになっている。

【0039】図17は上記回転ユニットの構成および誘電体レンズの位置関係を示すものである。この例では正五角柱形状の金属ブロック14の各側面とそれに平行な導体板との間に誘電体ストリップを配することによって誘電体線路を構成している。また、金属ブロック14の各側面とそれに平行な導体板との間に誘電体共振器を設けて1次放射器を構成している。

【0040】図18は回転ユニットの1つの誘電体線路および1次放射器の構成を示す図であり、(A)は上面図、(B)は断面図である。ここで40は円柱形状のHE111モードの誘電体共振器であり、誘電体ストリップ6の端部から所定距離離れた位置に設けている。この誘電体共振器40の図における上部から電磁波の放射および入射がなされるように、導体板5の一部に円錐形状に開口した窓部を設けている。誘電体共振器40と導体板5との間にはスリット板41を設けていて、このスリット板41によって放射パターンを制御している。

【0041】図19は上記回転ユニット部分の等価回路図である。同図において、NRD1は回転ユニットに対する固定側の誘電体線路、NRD2～NRD6は回転ユニット側の誘電体線路である。このように回転ユニットに複数の誘電体線路および1次放射器を設けて、モータで回転させることにより、1次放射器が順次切り替わることになる。

【0042】図20は誘電体レンズと1次放射器との位置関係を示す図である。同図においては回転ユニットの各側面を展開して平面上に並べて示している。このように1次放射器を図における左右方向に少しずつ異なった位置に設けておくことにより、回転ユニットの回転に伴

ってビームの指向方向が図における左右方向に5段階に変化する。しかも1次放射器の位置ずれ(オフセット距離)は1次放射器のサイズや隣接する1次放射器の間隔に無関係であるので、オフセット距離が自由に定められるという特徴がある。

【0043】ここで、上記オフセット距離を変えた場合のビームの指向特性の例を図36および図37に示す。図37は直径75mmの誘電体レンズを用いた場合のオフセット距離とチルト角との関係を示す図である。この\*

	No.1	No.2	No.3	No.4
半値角(度)	4.8	4.7	4.7	4.7
チルト角(度)	-7.0	-2.3	2.4	7.1
チルト角の差		4.7	4.7	4.7

このようにオフセット距離を所定範囲内で変化させても指向特性は殆ど歪まない。また図から明らかなようにサイドローブも大きくならない。

【0045】次に、上記回転ユニットの回転に伴って、対向する誘電体ストリップがずれることによる、電磁波の伝搬路としての特性の変化について示す。

【0046】図21の(A)は誘電体線路を $y\theta$ 方向へ移動させたときの誘電体ストリップ部分のずれの様子を示す図であり、(B)はそれと略等価と見なせる、誘電体線路を $y$ 方向へ直進させたときの誘電体ストリップのずれの様子を示す図である。(B)に示したノーマルタイプの誘電体線路と、比較例としての導波管とについて特性変化の様子を測定した結果を図22に示す。ここでNRDは誘電体線路、WGは導波管を示している。誘電体線路では $y$ 方向のずれが0~1.0mmに亘ってS11特性は-20dB以下、S21特性は略0dBとなり、電磁波の伝搬特性は全く問題がないことが判る。一方、導波管では $y$ 方向のずれが0~1.0mmまで変化

するに従い、S11特性は-20dBから-6dBまで低下する。またS21特性は $y$ 方向のずれが0.8mmまで-1dBを保ち、それ以降急激に低下する。

【0047】このように、誘電体線路は導波管に比べて、導体に間隙があっても、電流がその間隙で切られないので、反射が起こりにくい。また、誘電体線路の場合、 $y$ 方向にずれても、誘電体ストリップの作用によって、そのずれの影響をあまり受けずに低損失伝送が可能となる。しかも、導波管では接続部の間隙の影響を少なくするために、チョーク構造を設ける必要があるが、誘電体線路では不要である。

【0048】正五角柱形状の上記回転ユニットはたとえば600rpmで回転させ、一つの1次放射器が選択されている状態で(実質上接続されている時間内に)パルス方式により10回のサンプリングを行う。図23はその関係を示す図である。たとえばビームの半値角4.5°ごとに走査させた場合、(A)に示すようにビームの振れ角は-9°から+9°であり、一つの1次放射器の接続時間は最大0.64msであり、その間に10回の

\*ように、オフセット距離が誘電体レンズの開口径に比べて十分に短い範囲ではオフセット距離とチルト角とは略比例関係にある。したがって、オフセット距離を等間隔に離散的に切り替えることにより、ビームの方向は略等角度間隔で切り替わることになる。図36はオフセット距離を4段階に変化させたときのビームの指向性を示すものである。ビームNo.1~No.4の半値角(度)、チルト角(度)は次のとおりである。

【0044】

送受波を行う。たとえば(B)に示すように8 $\mu$ sの周期で送受波を行えば十分である。なお、回転ユニットは連続的に回転しながら各1次放射器を選択するので、それぞれの1次放射器を用いて送受波を行う間にビームが仰角方向に僅かながら走査される。しかしその角度は150m前方でビームの中心が0.09mだけ走査される程度であり、実質上問題とはならない。

【0049】図24は四角柱の金属ブロックに誘電体線路および1次放射器を設けて構成した回転ユニットを用いた場合の例である。

【0050】上記回転ユニットの回転位置はロータリエンコーダによって検出可能であるので、モータはVCOの駆動パルスとは無関係に或る速度(一定である必要はない。)で回転させ、回転ユニットの回転位置に応じてIF信号の出力信号を処理すればよい。図25はその場合の探知タイミングの例を示す図である。回転ユニットの位置情報はロータリエンコーダの出力パルスをカウントすることにより得る。その値が所定範囲内である間、すなわち誘電体線路スイッチによる挿入損失ILが、信号検出可能となるスイッチ部の損失の最大値IL<sub>0</sub>より小さい期間に、たとえばパルス幅が50nsで1 $\mu$ s周期のパルス信号でFMパルス変調した信号を送信し、その反射波の受信によるIF信号(受信信号とRF信号とのミキシングによる中間周波信号)をサンプリングすればよい。なお、図25においては、FMパルス方式の場合について示しているが、FM-CW方式の場合も同様である。回転ユニットに回転に伴い、誘電体ストリップ部分の対向位置がずれてくると、反射信号が発生することになるが、その期間ではサンプリングを行わないので問題にはならない。

【0051】次に回転ユニットの他の構成例を図26に示す。図20に示した例では、多角柱形状の各側面の中心軸上に1次放射器を設けたが、これを中心軸からずれた位置に設けることによって仰角方向へもビームを走査させることが可能となる。図26に示す例では、3番目の1次放射器の位置を中心からずらせている。(B)は離散的に走査したビーム形状についてアンテナ



装置前方の覆域を示す図であり、3番目のビームを仰角方向に走査させているのが分かる。この作用効果を利用すれば、ビームを左右方向に走査させるとともに仰角方向へも走査させることができるようになる。同様に、たとえば(C)、(D)に示すような左右方向と仰角方向への走査も可能である。また、回転ユニットの各面に設ける1次放射器の位置は順に偏移している必要はなく、たとえば(B)に示したビーム1→3→5→2→4→1・・・の順に走査したり、ビーム1→4→2→5→3→1・・・の順に走査するように、回転ユニットの各面に設ける1次放射器の位置を定めてもよい。この順序は任意である。

【0052】図27は回転ユニットの回転に伴う仰角方向への不要な走査を防止するようにしたレーダモジュールの構成を示す図である。(A)は誘電体レンズを取り除いた状態での平面図、(B)は回転ユニットの回転軸方向から見た図、(C)は回転ユニットの側面の展開図である。このように回転ユニットの回転軸に直交する方向に1次放射器の位置をずらせることにより、誘電体線路同士が接続状態で回転する際にビームは回転ユニットの回転方向に走査されることになるので、仰角方向への不要な走査は生じない。なお、この例では3番目の1次放射器の位置を上下方向にずらせているので、図26に示した場合と同様に3次元レーダとなる。

【0053】図28はサーキュレータを用いることなく送信信号と受信信号の分配を行うようにした例である。この基本的な構成は特願平08-280681号において既に出願している。図28に示す例では金属ブロック14の四側面に誘電体線路と1次放射器を構成して、回転ユニットを回転させることにより、送信回路につながる誘電体線路と受信回路につながる誘電体線路の間で1次放射器が切り替わるようにしている。(B)はその全体の等価回路図である。

【0054】以上に示した例では偏波面を水平方向に向けたが、これを45度方向に向ける場合には、図29に示すように、1次放射器を構成する誘電体共振器に対して誘電体ストリップの端部を45度方向に近接させ、それに応じてスリット板のスリット方向も45度に傾ければよい。

【0055】図30は4つの1次放射器の内1つを他の3つとは異なった方向に向けた例を示す。(A)はその主要部の斜視図であり、回転ユニットの一側面には1次放射器を設けない誘電体線路12を形成していて、図に示す状態で誘電体線路11、12、13を介して電磁波が伝搬する。誘電体線路13の端部には誘電体ストリップの先端をロッドアンテナ43として形成している。このロッドアンテナ43の指向方向はその先端方向である。回転ユニットの他の3面にはそれぞれ1次放射器を設けていて、図における上面に位置したとき、上面方向を指向することになる。(B)はレーダモジュール全体

の概略構成図および自動車への取り付け位置を示している。同図に示すようにロッドアンテナ43の先端方向にはレドームを設けるか、誘電体レンズを設ける。(C)は全体の等価回路図である。このようにして3つの1次放射器によって車両の前方を感知し、同時にロッドアンテナによって右側方を感知することが可能となる。

【0056】図31は1次放射器を導体板の面方向に回転移動させる場合の例を示している。(A)は上部の導体板を取り除いた状態での平面図、(B)は誘電体レンズと回転部との位置関係を示す図である。回転部は上下の導体板とその間に設けた4つの誘電体ストリップ6a、6b、6c、6dおよび4つの誘電体共振器40a、40b、40c、40dを設けている。同図に示す状態では誘電体ストリップ3と6dとが対向して、誘電体共振器40dが1次放射器として作用する。回転部を回転させることにより誘電体レンズに対する焦点面での位置は①～④で示すように順次変位することになる。

【0057】図32は1次放射器を移動させないで1次放射器を選択的に用いるようにしたレーダモジュールの構成を示す図である。オシレータ、アイソレータ、ミキサ、カプラ、およびサーキュレータ部分の構成は図38に示した従来のものと同様である。ここでは1次放射器としての誘電体共振器40a、40b、40cおよびそれらに端部を近接させた誘電体ストリップ7a、7b、7cを設けている。回転部は上下の導体板とそれに挟まれる3つの誘電体ストリップおよび終端部から構成していて、(B)に示す状態ではサーキュレータの1つのポートと誘電体ストリップ7cとが接続されて誘電体共振器40cが有効となる。(C)に示す状態ではサーキュレータの1つのポートと誘電体ストリップ7bとが接続され誘電体共振器40bが有効となる。このように回転部の回転によって使用する1次放射器の位置が誘電体レンズの焦点面内を移動することになる。

【0058】上述した例では、回転運動によって1次放射器に対する接続を切り替えるようにしたが、これを直線運動によって切り替えるようにしても良い。図33はその例を示す平面図である。図においては上部の導体板は省略している。移動部には3つの誘電体ストリップを設けていて、(A)に示す状態では誘電体ストリップ3と7bとが移動部の中央の誘電体ストリップを介して接続され、1次放射器としての誘電体共振器40bが使用される。また(B)に示す状態では誘電体ストリップ3と7cとが移動部の下部の誘電体ストリップを介して接続され、1次放射器としての誘電体共振器40cが使用される。また(C)に示す状態では誘電体ストリップ3と7aとが移動部の上部の誘電体ストリップを介して接続され、1次放射器としての誘電体共振器40aが使用される。

【0059】以上に示した例では基本的に単一の誘電体レンズを用いて、1次放射器の位置を移動させるように

したが、たとえば図34に示すように、複数の誘電体レンズを配置しておき、それらの1次放射器に対する切り替えによってビームの指向方向を切り替えるようにしてもよい。(A)において上半部は横断面図、下半部は平面図である。この(A)に例では、1次放射器としての誘電体共振器に対する誘電体ストリップを誘電体線路スイッチで切り替えるようにしている。(B)の例では、先端を1次放射器としてのロッドアンテナとした誘電体ストリップを誘電体線路スイッチで切り替えるようにしている。

【0060】また、たとえば図20などに示した例では、ビームを一定角度ごとに走査する例を示したが、この角度間隔は一定である必要はなく、たとえば探知する上で重要度の高い角度範囲は密に、その他の角度範囲は疎に探知するようにしてもよい。その例を図35に示す。同図は誘電体レンズと1次放射器との位置関係を示す図である。同図においては図20の場合と同様に、回転ユニットの各側面を展開して平面上に並べて示している。このように1番目と5番目の1次放射器を2番目～4番目の1次放射器の並びからずれた、隣接する1次放射器からより離れた、位置に設けることによって、1番目と2番目および4番目と5番目のビームの角度間隔を疎にし、2番目～4番目のビームの角度間隔を密にすることができる。1次放射器の位置ずれ(オフセット距離)は1次放射器のサイズや隣接する1次放射器の間隔に無関係であるので、このオフセット距離は自由に定められる。したがって、ビーム走査範囲のどこを密にし、どこを疎にするかは任意に定められる。

【0061】また、以上に示した例では、アンテナを送受に共用する構成としたが、送信アンテナと受信アンテナを別に設けてもよい。

【0062】

【発明の効果】請求項1に記載の発明によれば、2つの誘電体線路の対向状態をメカニカルな制御によって変えるだけで、電磁波の伝搬/遮断状態を切り替えられるため、電磁波の伝搬制御が容易に行えるようになる。

【0063】請求項2, 5, 6, 7に記載の発明によれば、誘電体線路を設けたユニットをモータで回転させるだけで、誘電体線路のつなぎ替えや断続を行うことができるので、スイッチ制御を電氣的に行えるようになる。

【0064】請求項3に記載の発明によれば、誘電体線路を設けたユニットを直線運動させるだけで、誘電体線路のつなぎ替えや断続を行うことができるので、誘電体線路の移動量が少なく済み、全体に可動部分を少なくすることができる。

【0065】請求項4に記載の発明によれば、略多角柱形状の部分を回転させるだけで、ある1つの誘電体線路に対して他の複数の誘電体線路が選択的に順次対向することになるので、単純な構造で複数の誘電体線路を順次つなぎ替えるようにした誘電体線路スイッチが得られ

る。

【0066】請求項5に記載の発明によれば、誘電体線路を導体面の面方向に回転させるので、全体に薄型にしたまま誘電体線路スイッチを構成することができる。

【0067】請求項8に記載の発明によれば、複数の1次放射器の選択的使用が可能となり、アンテナのビーム切り替えが容易に行えるようになる。また、複数の1次放射器は個々の1次放射器のサイズや隣接する1次放射器の間隔とは無関係に回転ユニットに設けられるので、アンテナ装置全体を小型化することができる。また、1次放射器のオフセット位置を自由に設定できるので、ビームの方向を任意に設定できるようになる。さらに、アンテナの開口面を大きくせずに、多角柱形状の回転ユニットの面数を増すことによって、走査覆域を容易に広げることができるようになる。

【0068】請求項9に記載の発明によれば、レーダモジュールなどの装置全体を運動させることなく且つメカニカルな制御により送受波ビームを走査させることが可能となる。

20 【図面の簡単な説明】

【図1】誘電体線路スイッチの基本構成を示す図

【図2】誘電体線路の移動方向の例を示す図

【図3】誘電体線路をy方向へ移動させる例を示す図

【図4】誘電体線路をx方向へ移動させる例を示す図

【図5】誘電体線路をxθ方向へ移動させる例を示す図

【図6】誘電体線路を導体板の面方向に回転させる例を示す図

【図7】誘電体線路をx方向へ移動させる他の例を示す図

30 【図8】より具体的な誘電体線路スイッチの構成を示す斜視図および等価回路図

【図9】誘電体線路スイッチの等価回路図

【図10】誘電体線路スイッチの斜視図

【図11】誘電体線路スイッチの斜視図

【図12】誘電体線路スイッチの平面図

【図13】誘電体線路スイッチの平面図および等価回路図

【図14】誘電体線路の幾つかのタイプを示す図

40 【図15】誘電体線路装置の特性測定器に用いる誘電体線路スイッチの構成と使用例を示す図

【図16】レーダモジュールの構成を示す図

【図17】回転ユニット部の構成を示す図

【図18】1次放射器部分の構成を示す図

【図19】レーダモジュールの回転ユニット部分の等価回路図

【図20】回転ユニットの回転に伴うビーム走査の様子を示す図

【図21】誘電体ストリップの対向面のずれの様子を示す図

50 【図22】誘電体線路と導波管のずれによる特性の変化

を示す図

【図23】回転ユニットの回転に伴うタイミングチャート

【図24】回転ユニットによるタイミングチャート

【図25】回転ユニットの回転に伴う探知タイミングを示す図

【図26】回転ユニットによるビーム走査の覆域を示す図

【図27】レーダモジュールの構成を示す図

【図28】レーダモジュールの構成を示す図

【図29】45度偏波のための回転ユニットの構成を示す平面図

【図30】レーダモジュールの構成を示す図

【図31】レーダモジュールの構成を示す図

【図32】レーダモジュールの構成を示す図

【図33】1次放射器の切り替え回路の他の構成例を示す図

【図34】アンテナ装置の構成を示す図

【図35】アンテナ装置における誘電体レンズと1次放

射器との位置関係を示す図

【図36】オフセット距離を4段階に変化させたときのビームの指向性を示す図

【図37】オフセット距離とチルト角との関係を示す図

【図38】従来のレーダモジュールの構成を示す図

【符号の説明】

1, 2, 4, 5-導体板

3, 6, 7-誘電体ストリップ

11, 12, 13-誘電体線路

S-分割面

14-金属ブロック

15~22-終端器

31, 32-誘電体板

33, 34-誘電体ストリップ部

35-回路基板

40-誘電体共振器

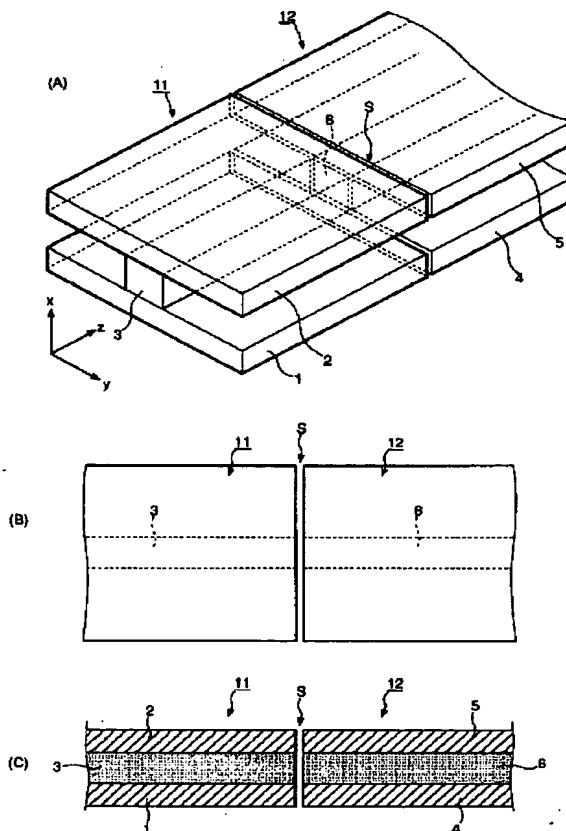
41-スリット板

42-スリット

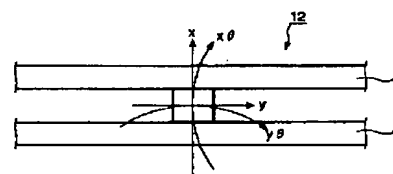
43-ロッドアンテナ

10

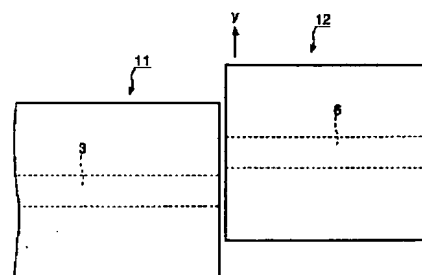
【図1】



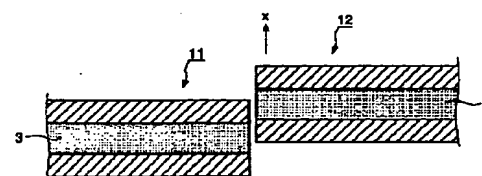
【図2】



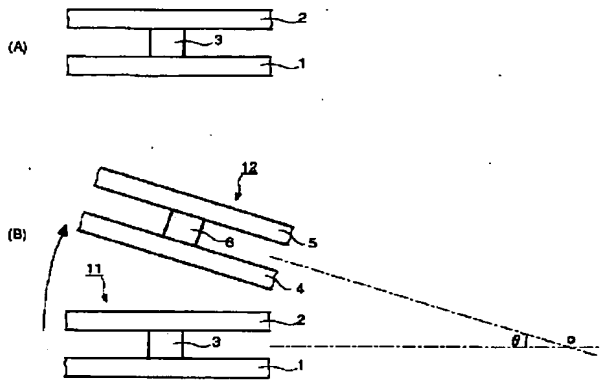
【図3】



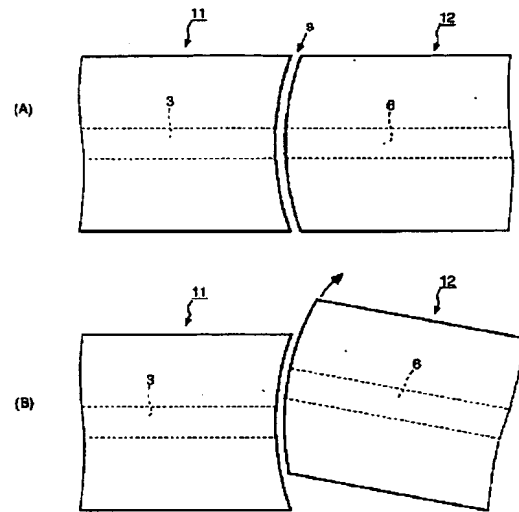
【図4】



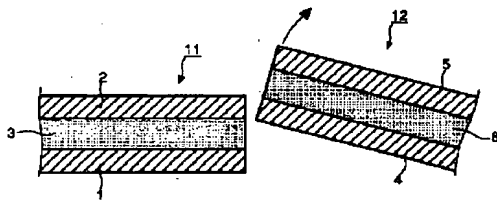
【図 5】



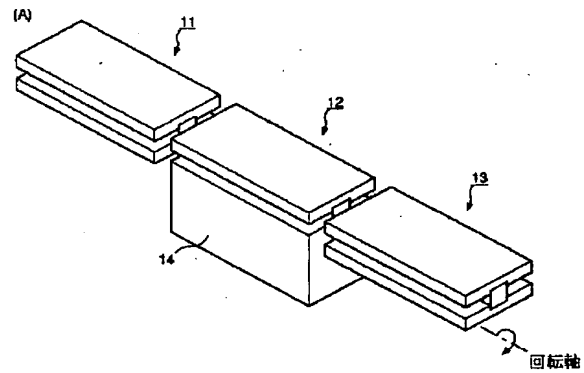
【図 6】



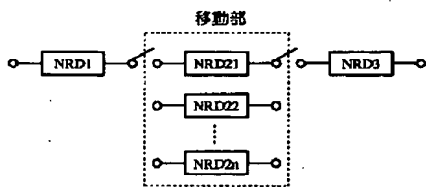
【図 7】



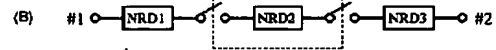
【図 8】



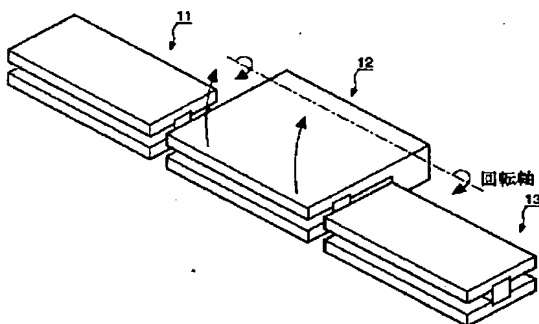
【図 9】



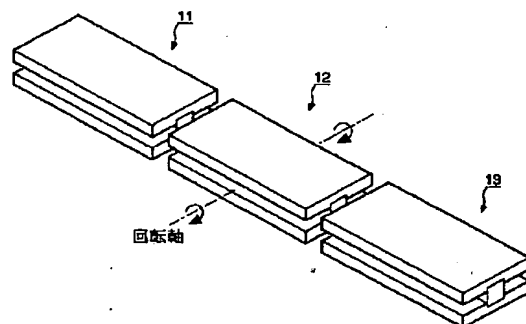
移動部 (回転部)



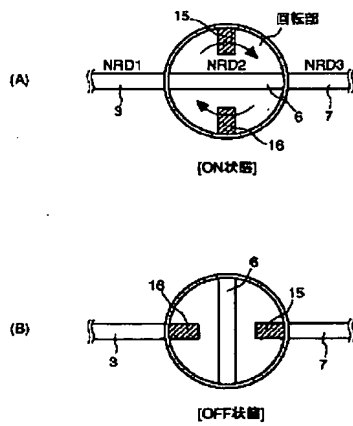
【図 10】



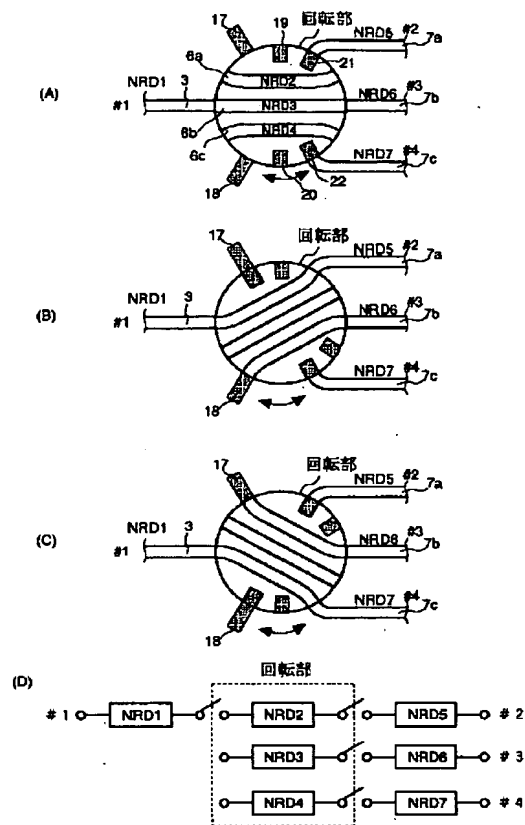
【図 11】



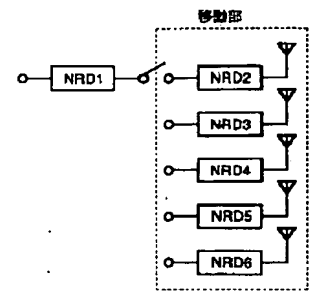
【図12】



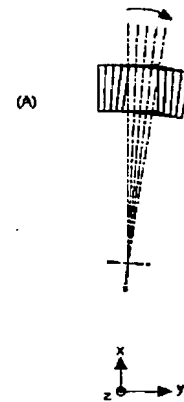
【図13】



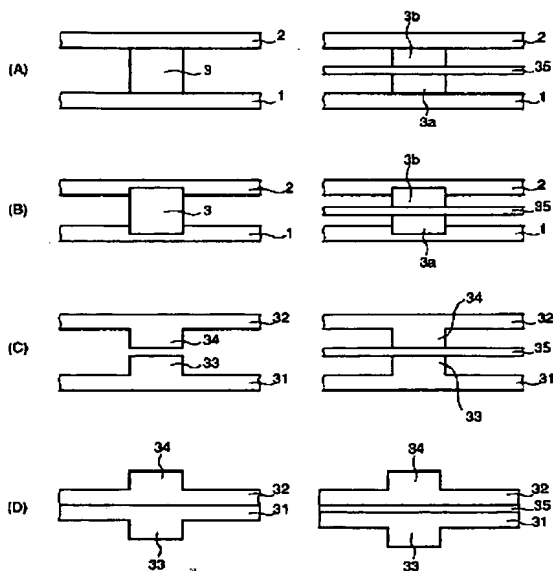
【図19】



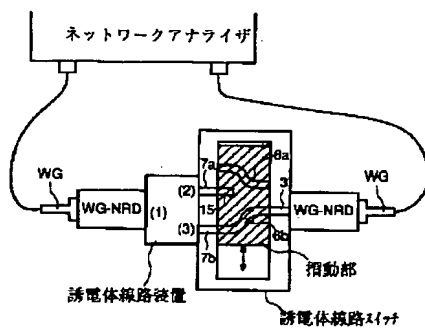
【図21】



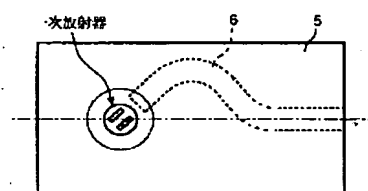
【図14】



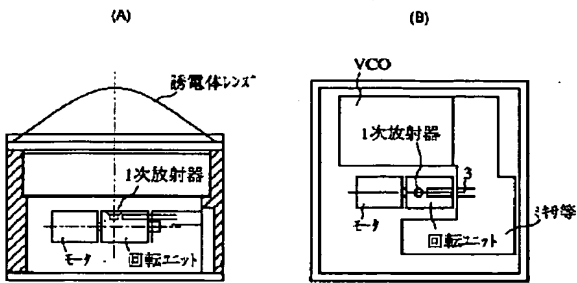
【図15】



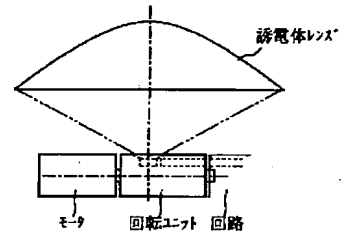
【図29】



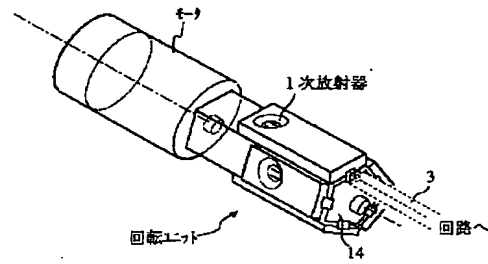
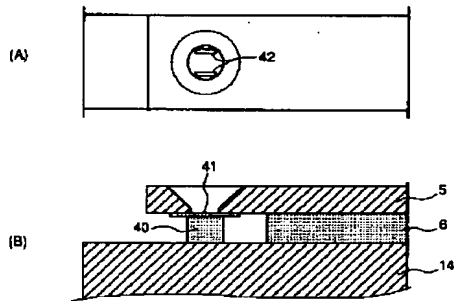
【図16】



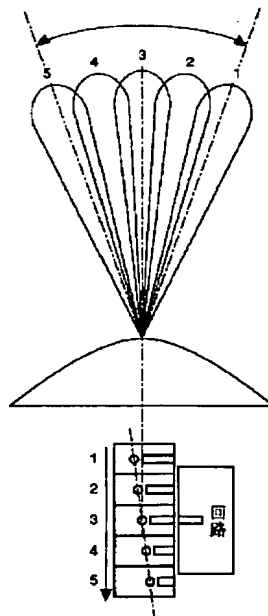
【図17】



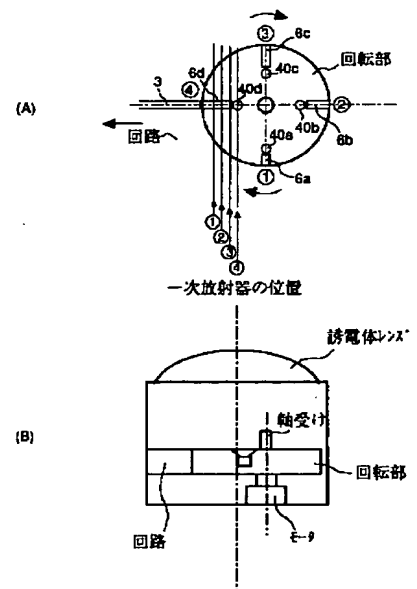
【図18】



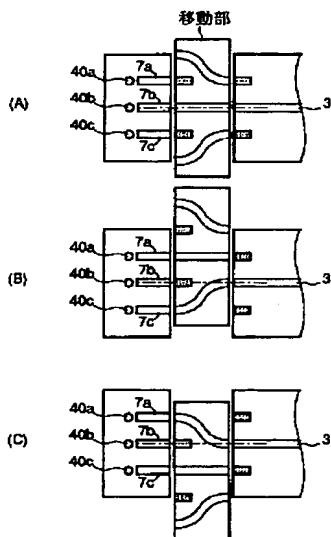
【図20】



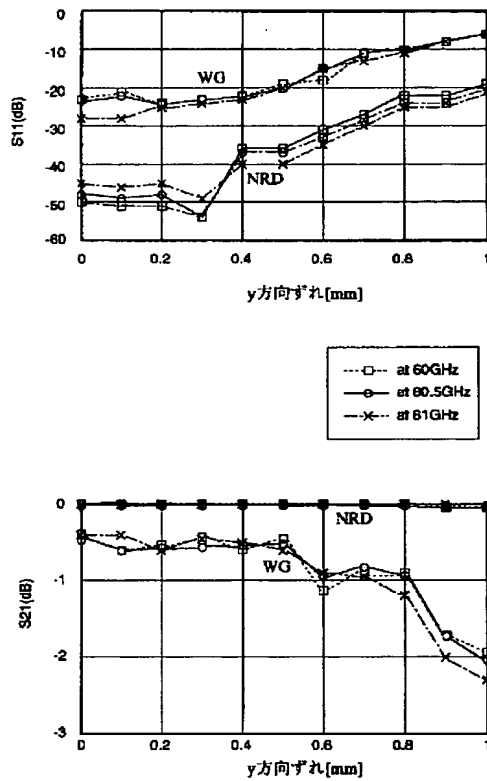
【図31】



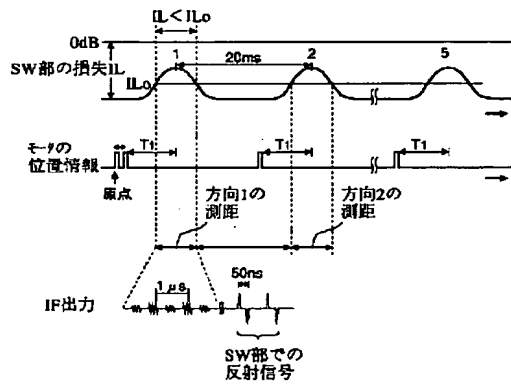
【図33】



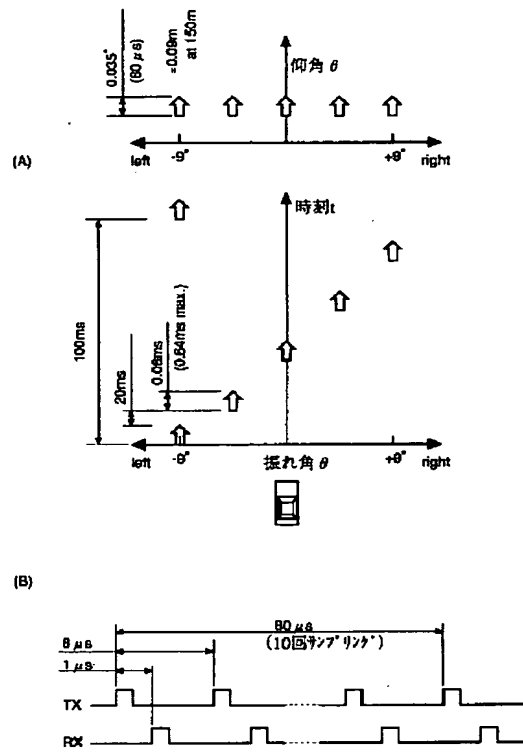
【図22】



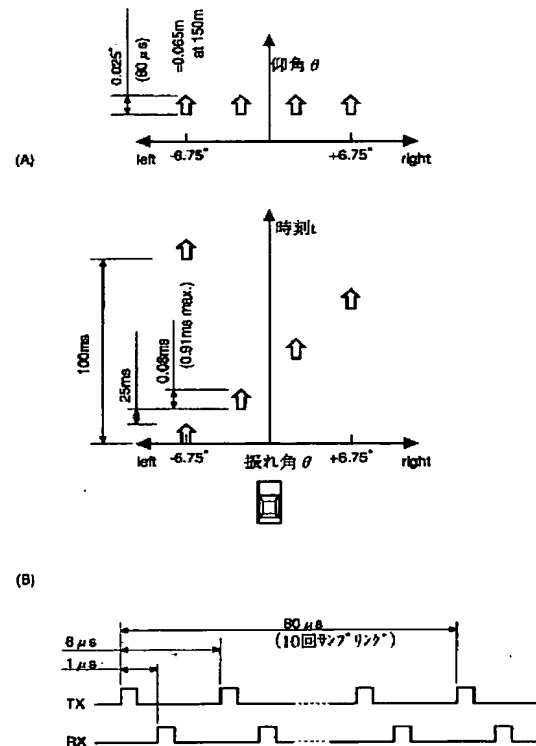
【図25】



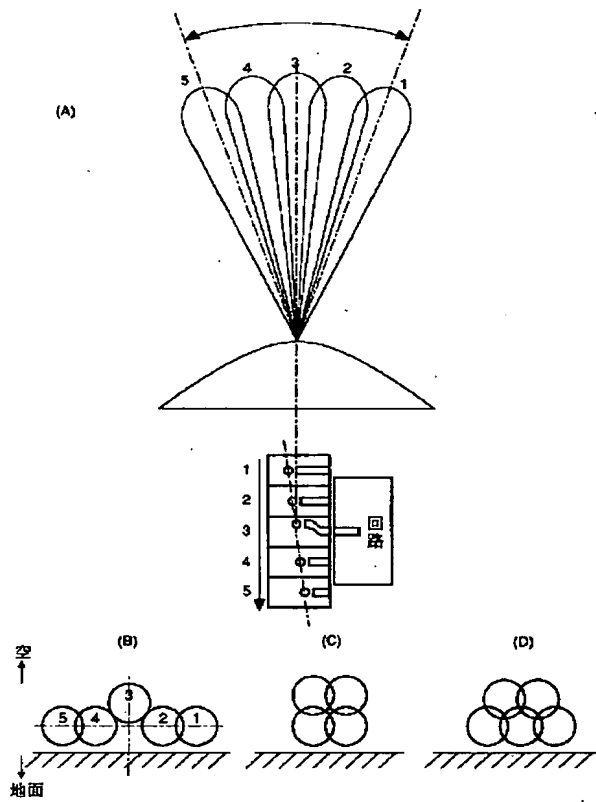
【図23】



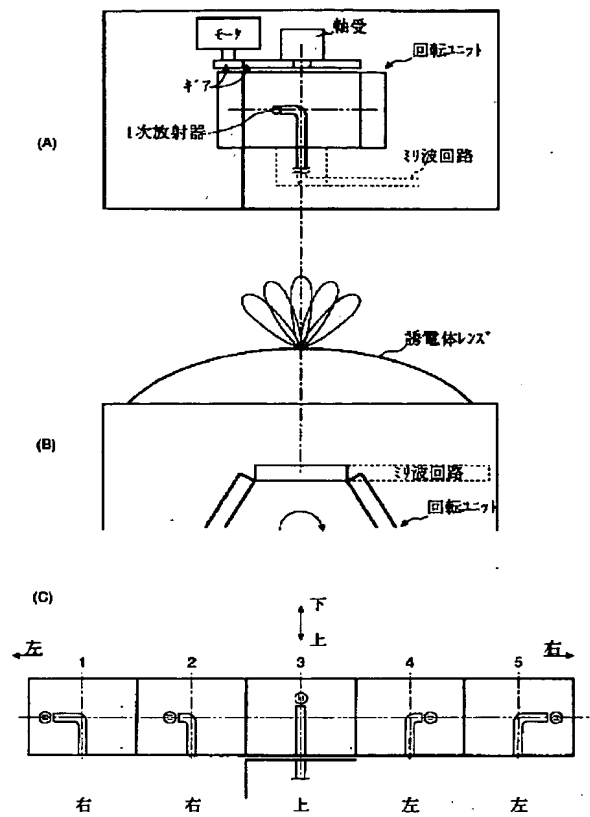
【図24】



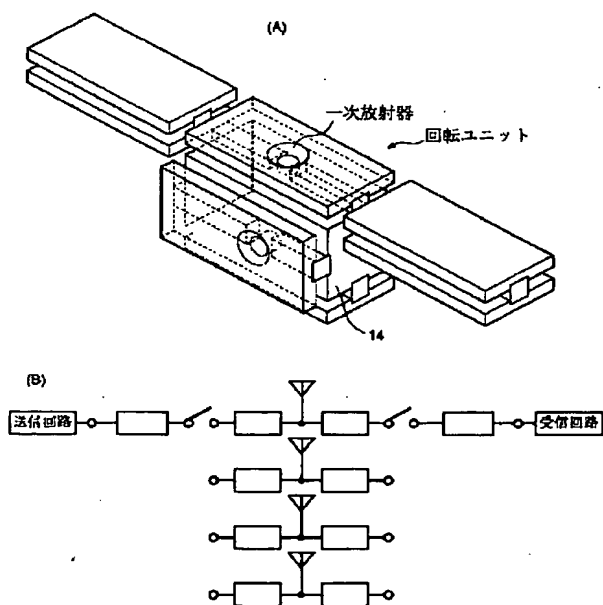
【図 26】



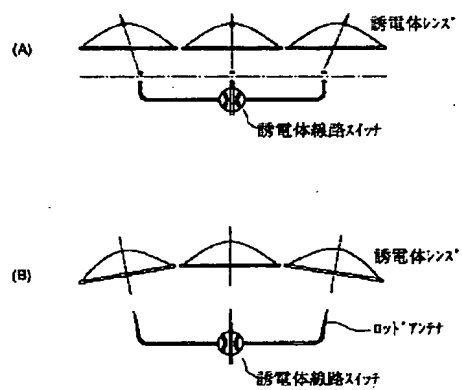
【図 27】



【図 28】

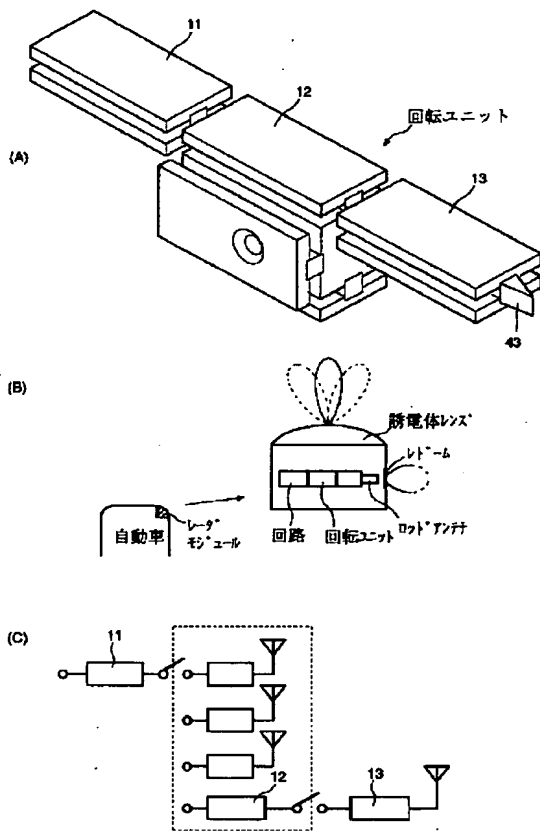


【図 34】

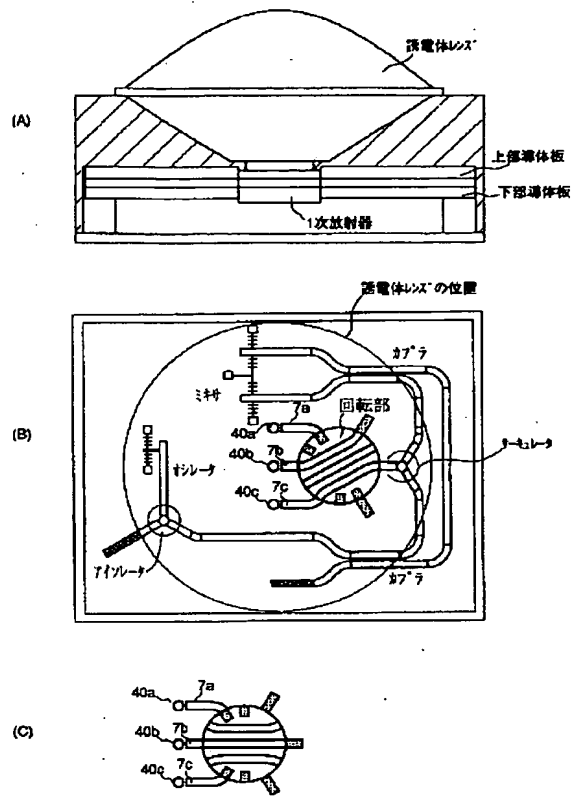




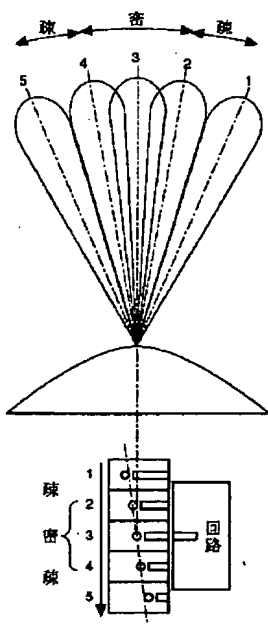
【図 30】



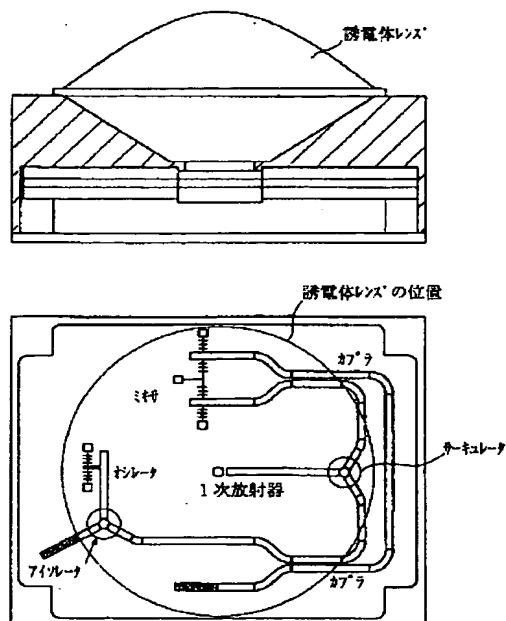
【図 32】



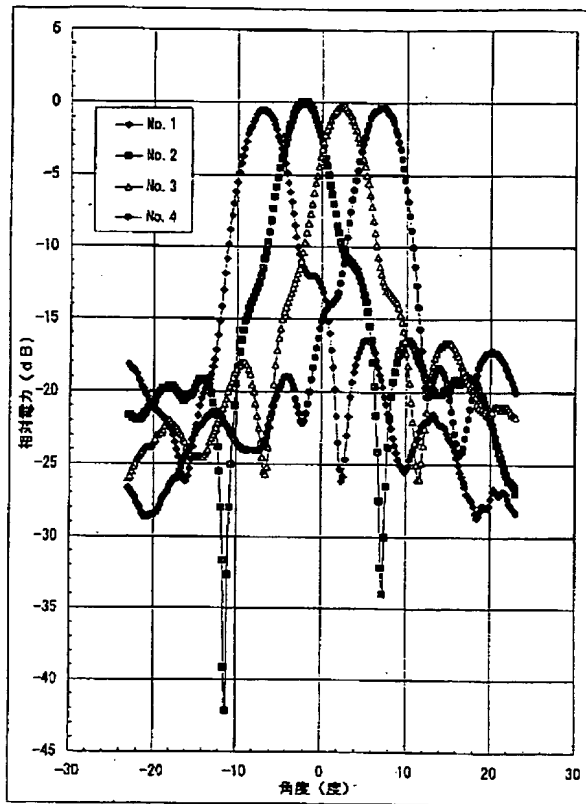
【図 35】



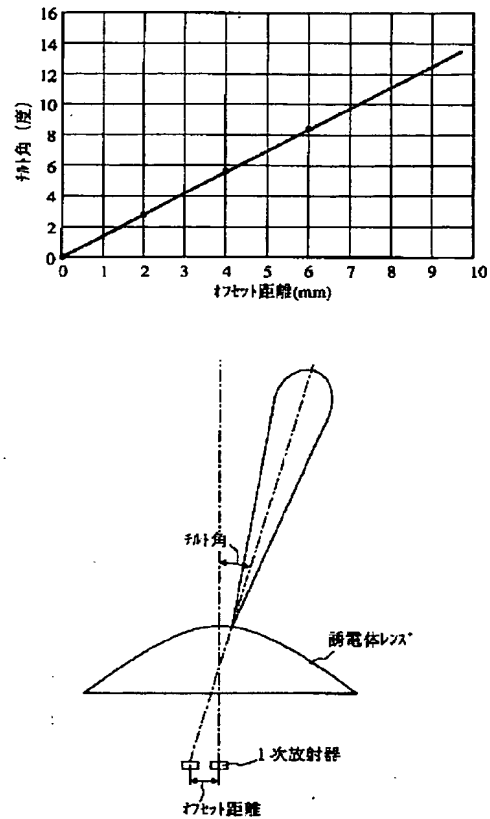
【図 38】



【図36】



【図37】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. <sup>6</sup>

H 0 1 Q 3/24

// G 0 1 S 13/44

識別記号

F I

H 0 1 Q 3/24

G 0 1 S 13/44

- (72) 発明者 西田 浩  
京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式  
会社村田製作所内
- (72) 発明者 西山 大洋  
京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式  
会社村田製作所内
- (72) 発明者 近藤 靖浩  
京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式  
会社村田製作所内

- (72) 発明者 齊藤 篤  
京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式  
会社村田製作所内
- (72) 発明者 田口 義規  
京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式  
会社村田製作所内
- (72) 発明者 山田 秀章  
京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式  
会社村田製作所内